

# 가상현실 기반 안전대응 훈련 시뮬레이터를 위한 훈련평가 시스템의 설계

이재경\*, 허영철\*

\*한국기계연구원 기계시스템안전연구본부  
e-mail:jkleece@kimm.re.kr

## Design of training assessment system for emergency response training simulator

Jai-Kyung Lee\*, Young Cheol Huh\*

\*Mechanical Systems Safety Research Division, Korea Institute of  
Machinery and Materials

### 요 약

가상현실 기반 훈련 시뮬레이터는 현실에서 재현이 어렵거나 불가능한 상황을 가상공간 상에 구현하여 훈련을 수행할 수 있는 시스템이다. 화학공장, 플랜트 등 대형 기계설비 내에서 발생하는 각종 사고에 대한 대응훈련은 훈련시간 및 비용 증가, 훈련자의 안전 확보가 어렵고 반복적인 훈련 및 평가가 어렵기 때문에 가상현실을 이용한 훈련 시뮬레이터를 통하여 수행되는 것이 바람직하다. 본 논문에서는 대형 기계설비 안전대응 훈련 시뮬레이터의 훈련자 평가 시스템을 설계하였다. 훈련의 정량적인 평가를 위하여 훈련 시나리오 내 임무수행 여부, 수행시간/거리에 대한 평가와 함께 특정 훈련동작에 대한 평가를 실시하기 위하여 모션캡처 데이터를 활용한 훈련동작 평가 모듈을 설계하였다. 평가 결과의 시각화를 통해 훈련자 피드백 제공 및 반복적인 훈련 수행을 통한 안전대응 능력 향상이 가능하다.

### 1. 서론

대형 기계설비의 운영 시 발생 가능한 안전사고(화재, 폭발 등)를 예측 및 산정하고 사고 발생시 피해 최소화 및 조속한 정상화를 위한 훈련과 그에 대한 평가를 통하여 안전사고에 대처할 수 있는 작업자의 능력을 향상시키고 올바른 대응 방안 체계를 갖추는 것은 산업적 필요성과 함께 작업자 안전 확보측면에서 필요하다.

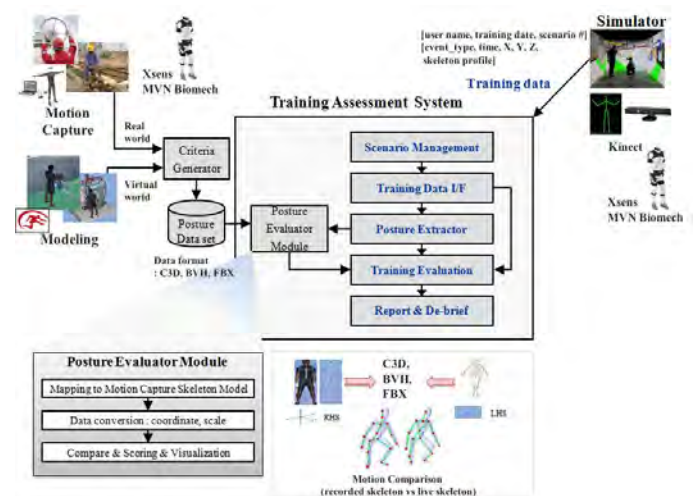
대형 기계설비의 응급 및 이상상황에 대한 실제 훈련은 소요시간 및 비용 증가, 훈련자의 안전 확보가 어렵고 반복적인 훈련 및 평가가 어렵기 때문에 가상현실을 이용한 안전대응 훈련 시뮬레이터가 제안되었다[1].

일반적으로 가상현실 기반 훈련 시뮬레이터에서는 훈련 시나리오에 따라 훈련자가 적절한 대응을 하였는지 평가하기 위하여 마우스, 데이터 글로브, 트래커 등의 입력장비들을 사용하나 신체동작을 제한된 범위 또는 일부분만을 수집하기 때문에 훈련평가에 제한이 있다. 이를 보완하기 위하여는 훈련자의 전신 움직임을 수집하는 모션캡처 시스템을 이용하여 훈련평가에 활용하는 기술이 필요하다.

본 논문에서는 가상현실 기반 훈련 시뮬레이터의 훈련자 평가를 위한 시스템을 설계하였다. 제안된 훈련평가 시스템은 시뮬레이터의 훈련 데이터를 정량적으로 분석(임무 수행 여부, 소요시간, 이동거리, 훈련 동작의 일치성 등)을 통하여 훈련내용을 평가하고 훈련과정의 시각화를 제공한다.

### 2. 훈련평가 시스템의 설계

가상현실 기반 훈련 시뮬레이터의 훈련자 평가를 위한 훈련평가 시스템의 개념도는 그림 1과 같다. 시뮬레이터 내에서 수행한 훈련 데이터는 훈련평가 시스템으로 전달되어 훈련평가가 수행되어 진다. 훈련 시나리오별 데이터를 바탕으로 시나리오별 임무 수행 여부, 훈련 소요시간/거리 등이 정량적 평가의 주안점이 된다. 안전대응 절차, 지침에 의해 도출된 훈련 시나리오와 훈련자의 훈련 기록 데이터와 비교 분석하여, 그 차이점을 정량적으로 도출하고 이를 바탕으로 표준 작업에 얼마나 근접했는지를 평가하는 것이다.



(그림 1) 훈련평가 시스템 개념도

훈련평가 시스템의 기능은 다음과 같다.

- (1) 훈련 시나리오 관리 (Scenario Management)
  - 훈련 시나리오 정보 설정
    - : scenario명, 시나리오 내용/이벤트 정보/표준 훈련동작/표준 작업시간/표준 이동거리 등
  - 훈련 시나리오 목록 관리
    - : 개인별, 날짜별, 훈련 시나리오별 훈련데이터 관리
    - : 훈련 시나리오 목록 생성/수정/삭제
- (2) 훈련 데이터 인터페이스 (Training Data I/F)
  - 시뮬레이터 훈련데이터의 Import
  - 훈련 데이터로부터 이벤트 및 이동동선 탐지
- (3) 훈련동작 추출 기능 (Posture Extractor)
  - 훈련데이터로부터 특징 이벤트와 연계된 동작 추출
- (4) 훈련동작 프로그램 연동 (Posture Evaluator)
  - 훈련자 자세 분석/평가 모듈과 연동한 훈련점수 산출
- (5) 훈련평가 (Training Evaluation)
  - 훈련 데이터를 정량적 분석 및 훈련평가 결과 산출
  - 훈련평가 항목
    - : 이벤트별 임무 수행 여부, 임무수행 소요시간/거리
    - : 훈련동작의 표준동작 일치 여부
  - 개인별/날짜별 훈련 시나리오별 이벤트 및 점수 산출
- (6) 훈련평가 시각화 기능(Report & De-brief)
  - 훈련 평가 결과 가시화
    - : 이벤트 명, 표준작업시간, 작업수행시간, 표준이동거리, 작업이동거리
    - : 작업 완료 여부, 동작 점수 등
  - 훈련 내용 Replay 기능
    - : Minimap을 이용한 이벤트 및 이동동선 시각화 기능

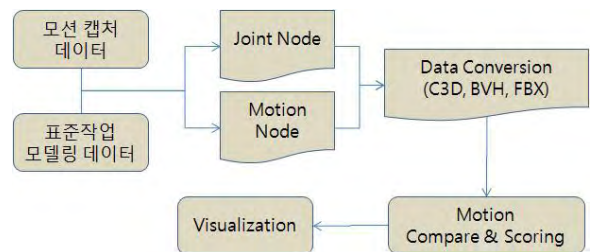
특정 훈련동작에 대한 평가를 위하여 표준 훈련동작 DB를 구축하고 시뮬레이터의 훈련동작 데이터와 분석 및 평가를 수행한다. 휴먼 모델링 S/W를 이용하여 훈련 시나리오에 필요한 동작을 생성하고 이를 표준 훈련동작 데이터의 기초 데이터로 활용하고 실제 현장에서의 모션캡처 데이터를 취득하여 표준 훈련동작 데이터를 생성하였다. 실제 현장에 접근이 어려운 경우에는 휴먼 모델링 S/W를 활용하여 표준 훈련 데이터를 생성할 수 있다. 휴먼 모델링 S/W로는 Santos Engine Human, 모션캡처 시스템으로 깊이센서 기반 Microsoft사의 Kinect, 자이로 센서 기반 Xsens사의 MVN Biomech를 사용하였다. MVN Biomech는 실제 현장에서의 모션캡처 데이터를 장애물, 설치 공간의 제약 없이 정밀하게 취득할 수 있어 표준 훈련동작 데이터 구축에 활용하였다.

### 3. 훈련동작 분석 및 평가 모듈 설계

훈련동작 분석 및 평가모듈은 모션캡처 데이터 처리를 통하여 표준 훈련 동작과 시뮬레이터 훈련동작의 일치성을 분석하고 평가하기 위한 모듈로 그림 2와 같은 절차에 따라 수행되며 기능은 다음과 같다.

- (1) 표준 훈련동작 DB관리 기능(Posture Data set)
  - 훈련동작 분석/평가에 필요한 모션 데이터 관리
  - 표준 훈련동작 데이터 관리
  - 훈련자 체형에 따른 데이터 변환(scale 등)
- (2) 훈련동작 분석/평가(Posture Compare & Scoring)
  - 훈련자 모션 데이터를 정량적으로 분석하여 동작의 일치성 분석
  - 표준 훈련동작 데이터와 훈련자 모션 데이터를 비교 분석하여 작업의 특징적인 동작을 중심으로 훈련동작의 표준동작 일치성 계산
  - 분석/평가에 필요한 기준값 설정 기능(동작유형별 제약사항, 비교 기준 정보 설정 등)
- (3) 분석내용 시각화 기능(Visualization)
  - 훈련자 자세 분석과정 검증을 위한 시각화
  - 기준 동작 모션 데이터 및 훈련자 모션데이터 시각화
  - 분석기준 데이터 및 정량적 분석내용 표시 기능

모션캡처 시스템마다 서로 다른 데이터 형식을 가지고 있기 때문에 동작 분석 및 평가를 위한 중립 데이터 형식이 필요하다. 모션캡처 파일 형식으로는 Biovision Hierarchy (BVH), Hierarchical Translation-Rotation (HTR) 등의 골격 기반의 데이터 형식과 C3D, FBX, GMS 등과 같이 특정한 골격이 미리 정의되지 않는 파일 형식들로 구분된다. 본 시스템에서는 C3D, BVH, FBX 형식을 활용하여 설계되었다.



(그림 2) 모션캡처 기반 훈련동작 분석 알고리즘

### 4. 결론

본 논문에서는 가상현실 기반 시뮬레이터 내에서의 훈련자 평가를 위한 훈련평가 시스템을 설계하였다. 훈련자의 정량적 평가를 위하여 훈련 시나리오에 의한 임무수행 여부, 훈련시간/거리를 평가하였으며, 부수적으로 훈련자 동작에 대한 평가를 위하여 훈련동작 평가 모듈을 설계하였다. 제안된 시스템을 통하여 시뮬레이터 훈련평가 결과의 가시화 및 피드백을 제공할 예정이다.

### 참고문헌

[1] J. Lee, M. H. Cha and Y. C. Huh., "A design of emergency response training platform using virtual environment" Proc. of KIPS Fall Conf., 2011, pp. 453-454.